

Základy obecné botaniky

Reprodukce a rozmnožování rostlin

Výukový materiál

Vyhotovila Brabcová, distanční vzdělávání, duben 2020

Fotografie: botanickafotogalerie.cz, pokud není uvedeno jinak

Odkazy na materiál ze kterého lze také studovat:

Kramerius.cz, přihlásíte se pod MU, Slavíková Morfologie rostlin – skripta v elektronické podobě:

<https://kramerius-vs.mzk.cz/view/uuid:a09b3660-1030-11e6-9740-005056827e51?page=uuid:b30332e0-2425-11e6-8803-005056827e51>

<http://www.botanika.upol.cz/atlasy/anatomie/anatomieCR43.pdf>

<https://docplayer.cz/22644691-Schema-vyvojoveho-cyklu-borovice.html>

[file:///C:/Users/Brabcova/Downloads/Botanika kacevnatych3-Nahosemenne.pdf](file:///C:/Users/Brabcova/Downloads/Botanika%20kacevnatych3-Nahosemenne.pdf)

https://web2.mendelu.cz/af_211_multitext/obecna_botanika/texty-organologie-tycinka_pylova_zrna.html

Základní typy rozmnožování rostlin

1. Vegetativní – oddělení části jedince nebo dělení buňky u jednobuněčných řas
2. Nepohlavní – nedochází k pohlavnímu procesu, tvorba rozmnožovacích částíček – spor (bez pohlavního procesu!)
3. Pohlavní – dochází k pohlavnímu procesu – splynutí pohlavních buněk/nebo buněk, které vystupují jako pohlavní

1. Vegetativní rozmnožování rostlin

- Oddělení části jedince nebo dělení buňky u jednobuněčných řas
- Potomstvo se označuje jako klon – všechny jedinci v potomstvu stejná genetická výbava jako mateřský organismus

A) Fragmentace a rozmnožovací tělíska:

- pomocí různých částí mateřské rostliny

gemy (rozmnožovací tělíska) mechorostů, oddenky, šlahouny, hlízy, oddenkové, stonkové, kořenové řízky, cibule, pacibulky, nepravá viviparie (klíčení nové r. ještě na mat. rostlině – např. lipnice alpská), dělení trsů. Vegetativní rozmnožování se využívá v zahradnictví, sadařství (hřížení, očkování růží, roubování, řízkování...)

B) Rozmnožovací tělíska: u mechorostů,

C) Dělením buňky u jednobuněčných řas

lipnice cibulkatá

nepravá viviparie

– v květenství vzniká nový jedinec
(pravá viviparie = klíčení semen na mat. r.)



pacibulka



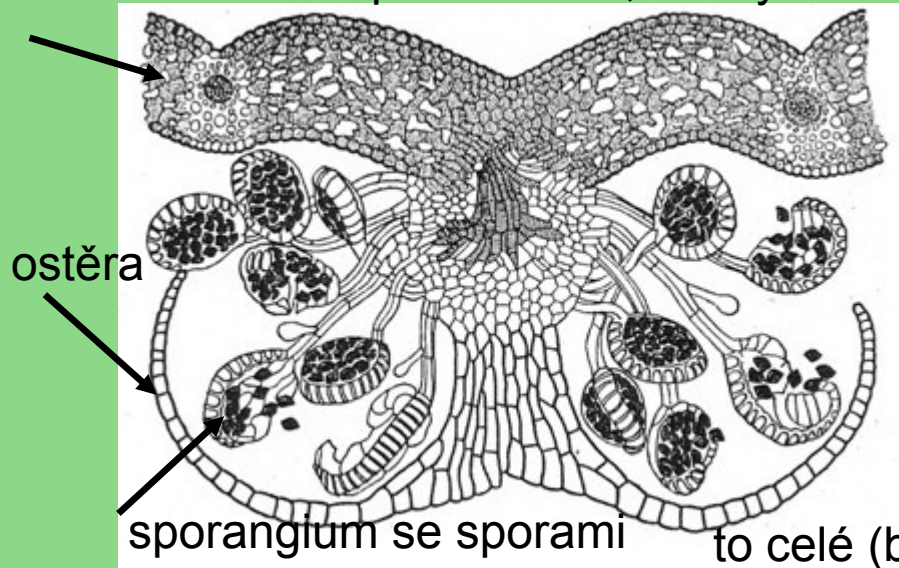
kyčelnice cibulkonosná

© Barbora Obstová

2. Nepohlavní rozmnožování

- nedochází k pohlavnímu procesu, tvorba rozmnožovacích částí – spor (výtrusů)
- Výtrusy (spory) mohou vznikat meiózou nebo mitózou
- mohou se tvořit uvnitř výtrusnice (sporangia) nebo spory vznikají vně organismu
- řasy, výtrusné rostliny

řez listem kaprad' samec, řez výtrusnou kupkou (výtrusná kupka = sorus)



kaprad' rozložena
Výtrusné kupky
na spodní straně lišty

to celé (bez listu) je výtrusná kupka

3. Pohlavní rozmnožování

- vznikají pohlavní buňky – gamety, ty vznikají u většiny rostlin v pohlavních orgánech = gametangiích
- dochází k pohlavnímu procesu (splynutí dvou pohlavních buněk (gamet))

Základní typy pohlavního rozmnožování:

- a) **izogamie:** pohlavní buňky izogamety (stejnotvaré g.) – stejný tvar, velikost
- b) **anizogamie:** pohlavní buňky anizogamety (různotvaré g.) – různý tvar a velikost
- c) **oogamie:** tvoří se dva typy gamet: samčí a samičí
Samčí gameta: spermatozoid – bičík, pohyblivé
nebo spermatická buňka – nepohyblivá
Samičí gameta: vaječná buňka = oosféra

Samčí a samičí gamety vznikají v pohlavních orgánech (gametangiích)

samičí gametangium = oogonium - je jednobuněčné - u řas
= archeonium (zárodečník) – u řas, mechorostů,
kaprad'orostů, přesliček

samčí gametangium = antheridium (pelatka) – u řas označení jen antheridium, u mechorostů, kaprad'orostů, přesliček označení i českým názvem pelatky

Pohlavní rozmnožování je spojeno se **střídáním fází** – diploidní fáze a haploidní fáze v rámci jednoho životního cyklu (jedné generace)

Diploidní fáze – fáze, kdy má rostlina plný počet chromozomů = $2n$

Haploidní fáze – fáze, kdy má rostlina poloviční počet chromozómů = n

Střídání fází je spojeno s tzv. střídáním generací = **rodozměnou**
- **během životního cyklu se střídá tzv. sporofyt s gametofytem**

sporofyt = rostlina pokolení nepohlavního (diplobionta) – $2n$

gametofyt = rostlina pokolení pohlavního (haplobionta) – n

Rodozměna izomorfická – rostlina pokolení pohlavního (gametofyt) i nepohlavního (sporofyt) vypadají stejně – tvarově se neliší (např. řasa *Cladophora* – žabí vlas)

Rodozměna heteromorfická – rostlina pokolení pohlavního (gametofyt) i nepohlavního (sporofyt) se tvarově i velikostí liší (např. červená řasa *Porphyra*, kaprad'orosty)

Rodozměna izomorfická

zelená řasa *Cladophora* – žabí vlas

Gametofyt i sporofyt vypadají stejně



Rodozměna heteromorfická

ruducha *Porphyra*

(z gametofytu se vyrábí nori plátky na suši)

Gametofyt (makroskopický)

Sporofyt (mikroskopický)



<https://ucmp.berkeley.edu/protista/rhodophyta.html>

<http://www1.biologie.uni-hamburg.de/b-online/library/webb/BOT201/BOT201/Algae/Conchocelisphase.jpg>

Rozmnožování mechorostů

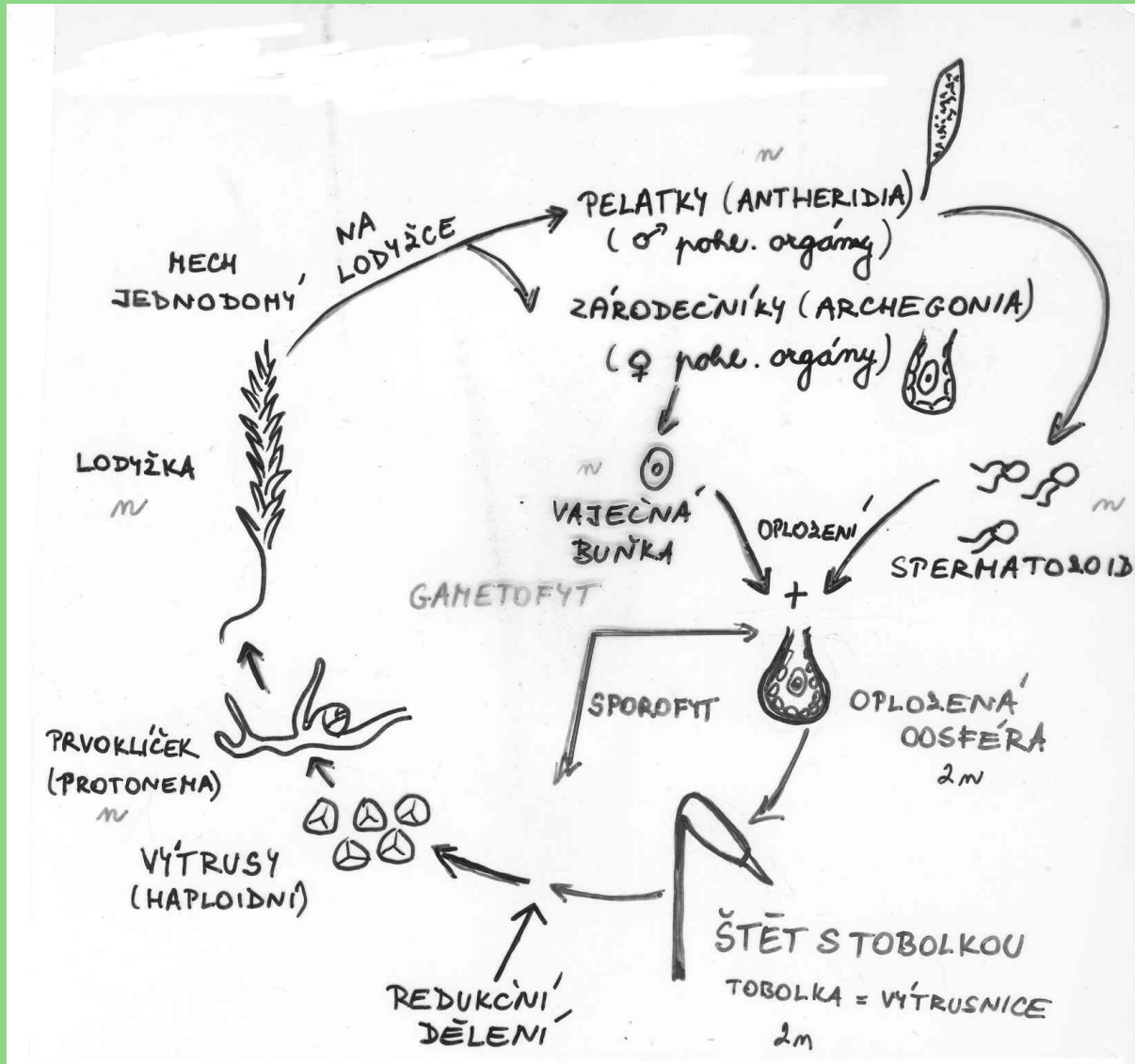
Co je červeně – haploidní – GAMETOFYT = n

Co je modře – diploidní – SPOROFYT = 2n

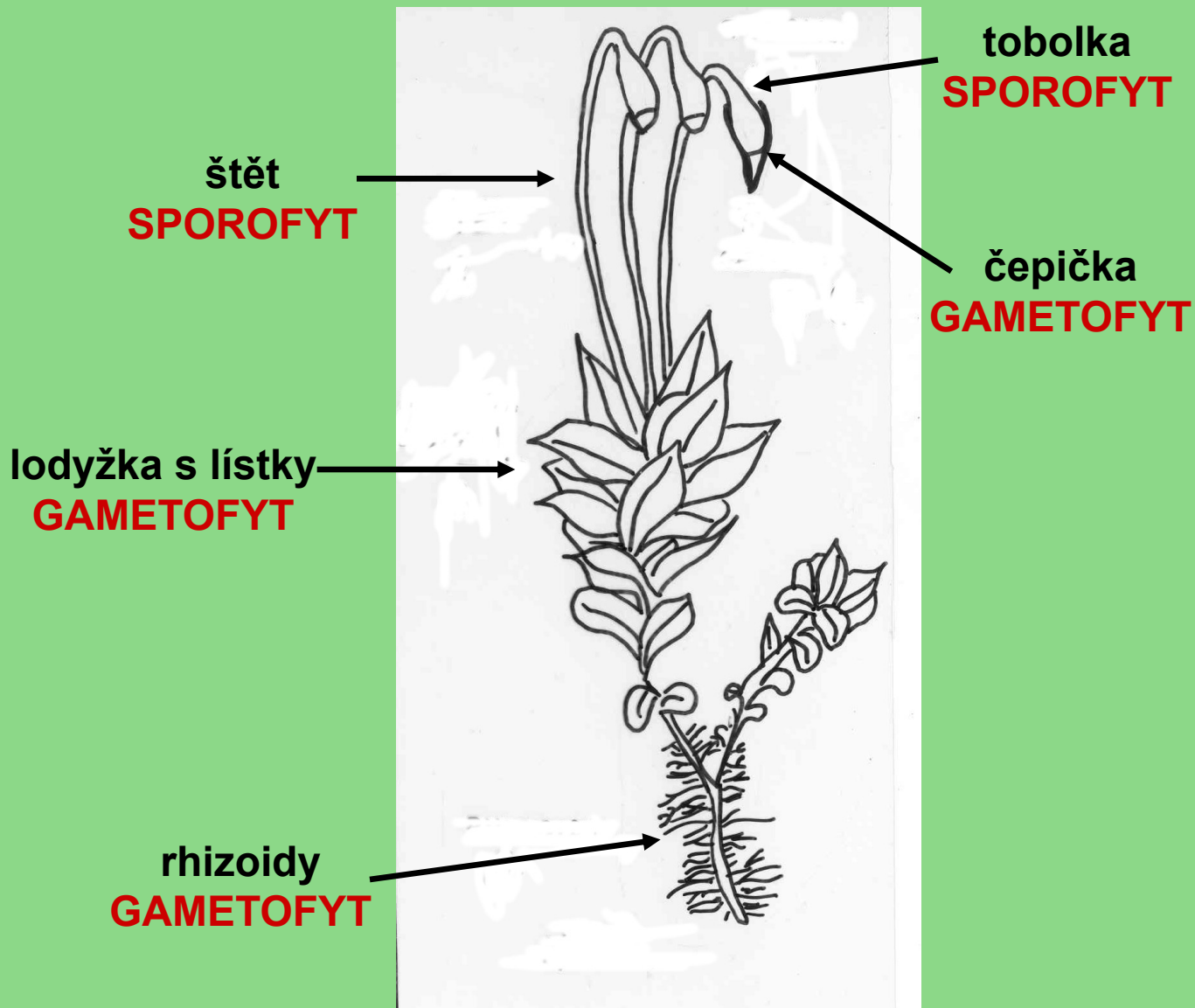
- je rodozměna
- sporofyt je zcela odkázán na gametofyt
- životní cyklus je tento: (+ schéma viz následující snímek)

Z výtrusu vyroste tzv. **prvoklíček** (= prokel = prothallium = protonema), který je vláknitý mikroskopický, z něj vyroste **lodyžka s pohlavními orgány** (mechy mohou být jednodomé i dvoudomé), samičí pohlavní orgány (gametangia) se označují jako zárodečníky (oogonia), samčí pohl. orgány jako pelatky (archegonia), v zárodečníku se tvoří samičí pohlavní buňka – oosféra (vaječná buňka), v pelatce se tvoří samčí pohlavní buňky spermatozoidy (jsou pohyblivé). K oplození je třeba voda (déšť, rosa), **spermatozoid oplodní vaj. buňku, vyrostе štět s tobolkou**, v tobolce vznikají spóry = **výtrusy** – a to meiózou – tedy redukčním dělením – vzniklé výtrusy jsou tedy haploidní

Střídání generací u mechorostů



mech měřík



ploník – bezcévná rostlina, nemá pravé kořeny ani lodyhu ani listy

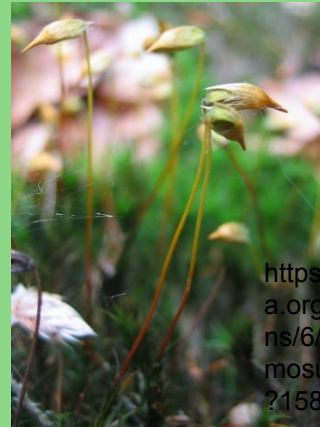
Lodyžka (kauloid) s lístky (fyloidy)

gametofyt



štet s tobolkou
sporofyt

štetý s tobolkou kryté čepičkou
čepička – gametofyt



https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/6/69/Polytrichum_for_mosum_sporophyt.jpeg?1586803912323

rhizoidy – přichytná vlákna
(na ZŠ pojmenování kořínek)



Střídání generací u cévnatých výtrusných rostlin (plavuně, kaprad'orosty, přesličky)

TEORIE

Sporofyt:

stejnovýtrusná r. – izosporická – izospory mají stejnou velikost a tvar, tvoří se ve sporangiu

různovýtrusná r. – heterosporická – spory jsou odlišné, tvarově i fyziologicky

- mikrospory (menší) – tvoří se v mikrosporangiu
- megaspory – tvoří se v megasporangiu

Gametofyt:

izosporická r. – G oboupohlavný – tvoří se na prvoklíčku (prothaliu) vzniklého z izospory

heterosporická r. – mikrospora) – mikrogametofyt (tvoří se na mikroprothaliu vzniklého z mikrospory)
megaspory) – megagametofyt (tvoří se na megaprothaliu vzniklého z megaspory)

Střídání generací u cévnatých výtrusných rostlin (plavuně, kaprad'orosty, přesličky)

TEORIE

Na sporofytu se tedy tvoří spory – tvoří se ve sporangiích – ta vznikají na výtrusných listech – sporofylech nebo na tzv. trofosporofylech – to jsou listy, které nesou výtrusnice a zároveň jsou zelené – fotosyntéze (např. kaprad')

Stejnovýtrusné r. - výtrusné listy (sporofyly) + sporangia tvoří dohromady strobilus

Různovýtrusné r. – výtrusné listy jsou rozlišené:

mikrosporofyly + mikrosporangia tvoří dohromady mikrostrombilus

megasporofyly + megastrobilus tvoří dohromady megastrobilus

Střídání generací u cévnatých výtrusných rostlin stejnovýtrusná kapradina (izosporická),

např. kaprad' samec

Co je červeně – haploidní – **GAMETOFYT = n**

Co je modře – diploidní – **SPOROFYT = 2n**

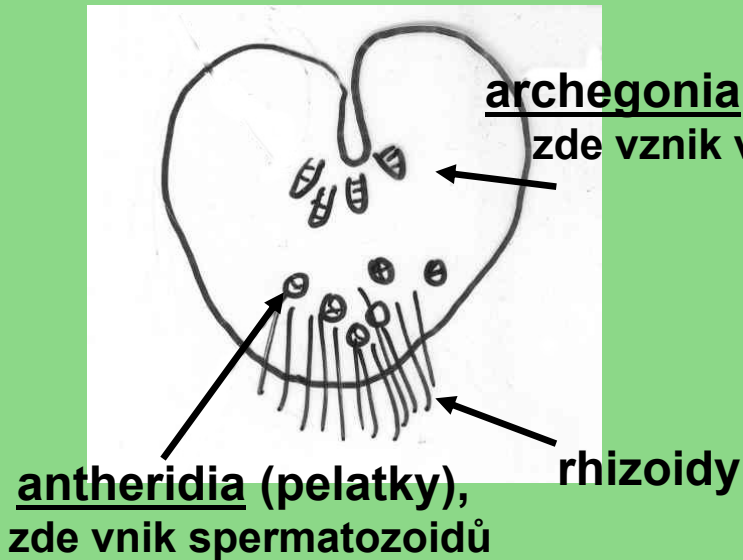
Z výtrusu vyroste **prvoklíček** (prokel), je drobný, lupenitý, zelený (fotosyntetizuje), na něm se vytvoří samčí a samičí pohl. orgány (pelatky a zárodečníky), v nich samčí pohlavní buňky (**spermatozoidy**) a jedna samičí pohlavní buňka (vaječná b. – **oosféra**), spermatozoid oplodní oosféru (kapka vody, déšť, rosa), vznikne **zygota** – buňky se dělí – vyroste kapradina – kořen, listy, na nich se vytvoří **výtrusnice** (ve výtrusných kupkách, viz snímek 4) s **výtrusy**, výtrusy vznikají **meiózou – redukčním dělením – jsou haploidní.**

Sporofyt existuje jako samostatná r. (což u mechorostů není).

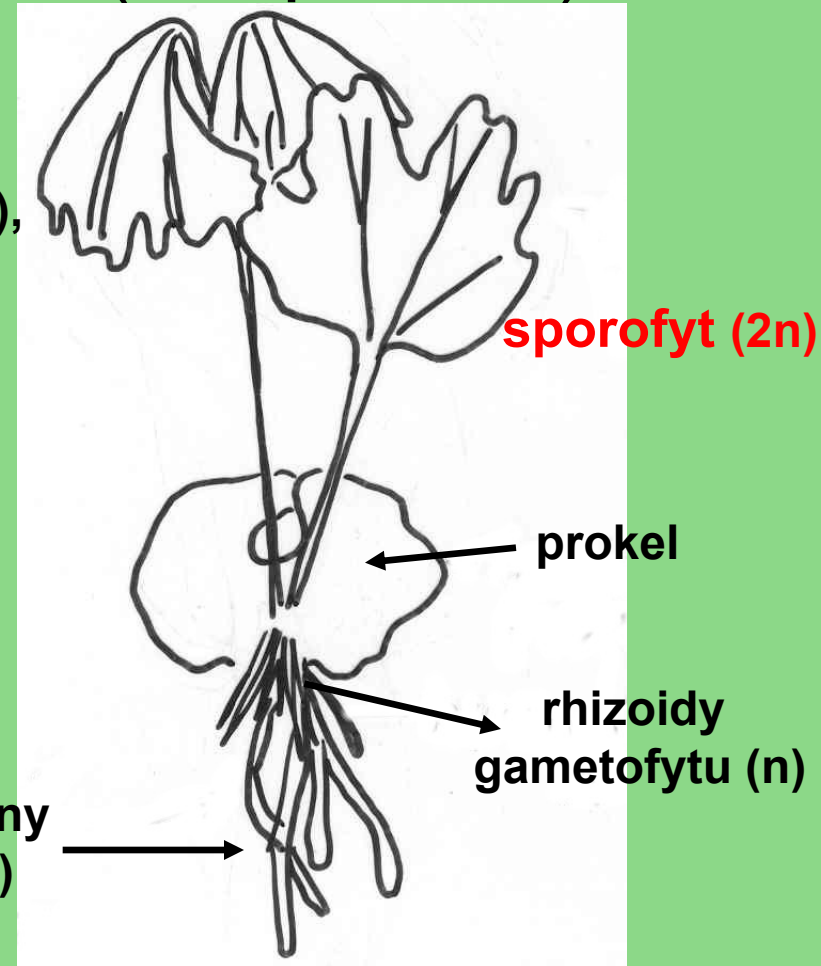
Střídání generací u cévnatých výtrusných rostlin

stejnovýtrusná kapradina (izosporická)

PROKEL (prothalamium) – **gametofyt (n)**



adventivní kořeny
sporofytu (2n)

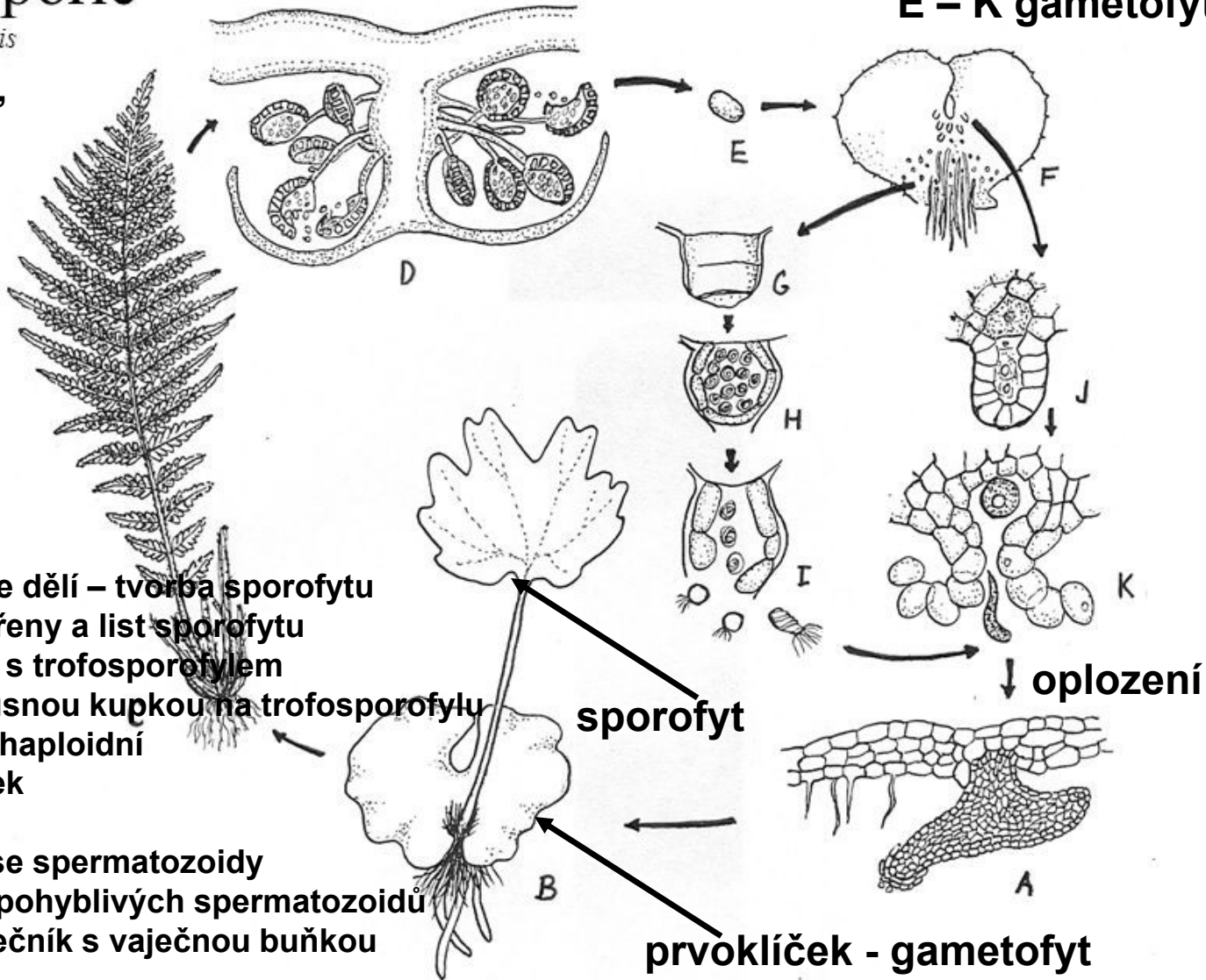


Izosporie

Dryopteris

kaprad'

A – D sporofyt
E – K gametofyt



- A zygota se dělí – tvorba sporofytu
- B první kořeny a list sporofytu
- C sporofyt s trofosporofylem
- D řez výtrusnou kupkou na trofosporofylu
- E výtrus – haploidní
- F prvoklíček
- G pelatka
- H pelatka se spermatozoidy
- I uvolnění pohyblivých spermatozoidů
- J, K zárodečník s vaječnou buňkou
- Oplození

Pohlavní rozmnožování semenných rostlin

- netvoří výtrusy
- **rozmnožují se semeny**

Nahosemenné – netvoří květy, nemají semeno kryté plodem

Krytosemenné – tvoří květy, mají semeno uložené v plodu

rozdíl semeno x výtrus

výtrus:

- je výsledkem nepohlavního rozmnožování
- nemá zárodek (embryo)
- je haploidní (a většinou jednobuněčný)
- nemá endosperm

semeno:

- je výsledkem pohlavního procesu
- má zárodek
- je diploidní (a mnohobuněčné)
- má endosperm

Semenné rostliny

- Pohlavní orgány v samčí a samičí šišťici = gametofyt – je haploidní - n
- Rostlina = sporofyt – je diploidní – $2n$

Přehled: systém semenných rostlin

Nahosemenné

Oddělení: Ginkgoophyta - jinany

Třída: Ginkgoopsida

Oddělení: Pinophyta - pinofyty

Třída: Cordaitopsida - kordaity

Třída: Pinopsida - jehličnany

Oddělení: Cycadophyta - cykasy

Oddělení: Cycadeoideophyta - benetity

Oddělení: Gnetophyta - obalosemenné

Třída: Ephedropsida - chvojníky

Třída: Gnetopsida - liánovce

Třída: Welwitschiopsida

Krytosemenné

Oddělení: Magnoliophyta - krytosemenné rostliny

Třída: Magnoliopsida - dvouděložné rostliny

Třída: Liliopsida - jednoděložné rostliny

Pohlavní rozmnožování nahosemenných rostlin

Samičí šištice – vřeteno + podpůrné šupiny (někdy zakrnělé nebo srostlé se sem. šupinami) + semenné šupiny + 2 vajíčka

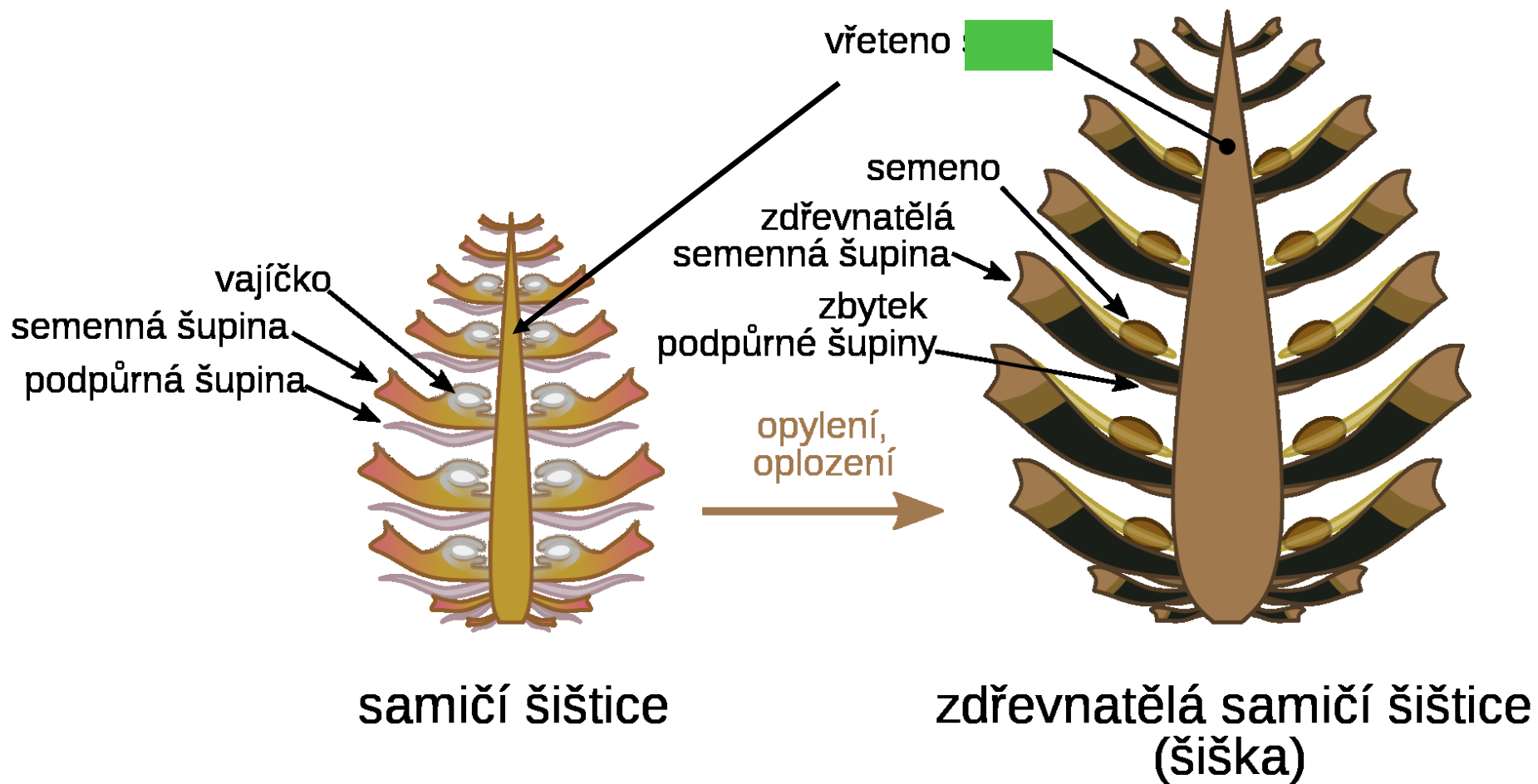
Samčí šištice – vřeteno + mikrosporofyly – vlastně tyčinky – ale tvar lupínku , tvoří se na nich pyl



samčí šištice
smrk pichlavý



samičí šištice
jedle bělokora



Stavba samičí šištice pinofyt, vlevo před oplozením vaječné buňky, vpravo po něm.

https://cs.wikipedia.org/wiki/%C5%A0i%C5%A1ka#/media/Soubor:Pinus_sylvestris_female_strobilus_and_cone_cs.svg

Vývoj vajíčka u nahosemenných rostlin **vajíčko = samičí gametofyt**

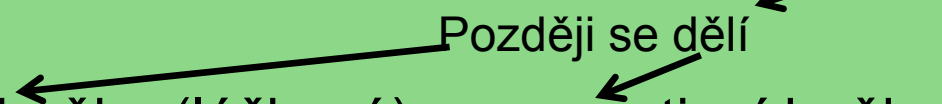
- Samicí šištice – semenná šupina – placenta – vzniká vajíčko
(na každé semenné šupině vznikají 2 vajíčka)

Vývoj pylových zrn u nahosemenných rostlin **pylové zrno = samčí gametofyt**

- Samčí šištice – mikrosporofyl (tyčinka) – pletivo archespor - čtveřice
pylových zrn

Pylové zrno: prothaliové buňky (výživa) + velká buňka

← Později se dělí
vegetativní buňka (láčková) + generativní buňka (vzniká dvoubuněčné
p. zrno).

A diagram illustrating the division of a pollen grain. A horizontal line represents the pollen grain. From the center of this line, two arrows point outwards to the left and right. Above the central point, the text 'Později se dělí' (Later it divides) is written. Below the left arrow, the text 'vegetativní buňka (láčková)' (vegetative cell (sac-like)) is written. Below the right arrow, the text 'generativní buňka (vzniká dvoubuněčné p. zrno)' (generative cell (forms two-celled pollen grain)) is written.

Pylové zrno nahosemenné r.

Pylové zrno má dvourstvou stěnu:

Vnější vrstva – **exina**, zde se odchlípuje a vytváří vzdušné vaky

Vnitřní vrstva - **intina**

Vzdušný vak



<https://borovicovypyl.cz/wp-content/uploads/2017/01/zrnko-pylu.jpg>

Opelení a oplození nahosemenné rostliny

- Anemogamie (přenos pylu větrem, pyl zrno má vzdušné vaky)
 - přenos pylového zrna na polinační kapku v mikropyle – vysychání kapky – vtahování pylového zrna dovnitř – láčková buňka klíčí v pylovou láčku – láčka proroste nucelem až k vaječné buňce zárodečného vaku – v láčce se generativní buňka dělí na dvě samčí pohlavní buňky – jedna pohlavní buňka oplodní vaječnou buňku, druhá zaniká **Viz snímek 26**
- Některé jehličnany: zastavení růstu láčky – až za rok oplození

**Po oplození se vaječné obaly mění v osemení (často s křídlem),
vajíčko v semeno**

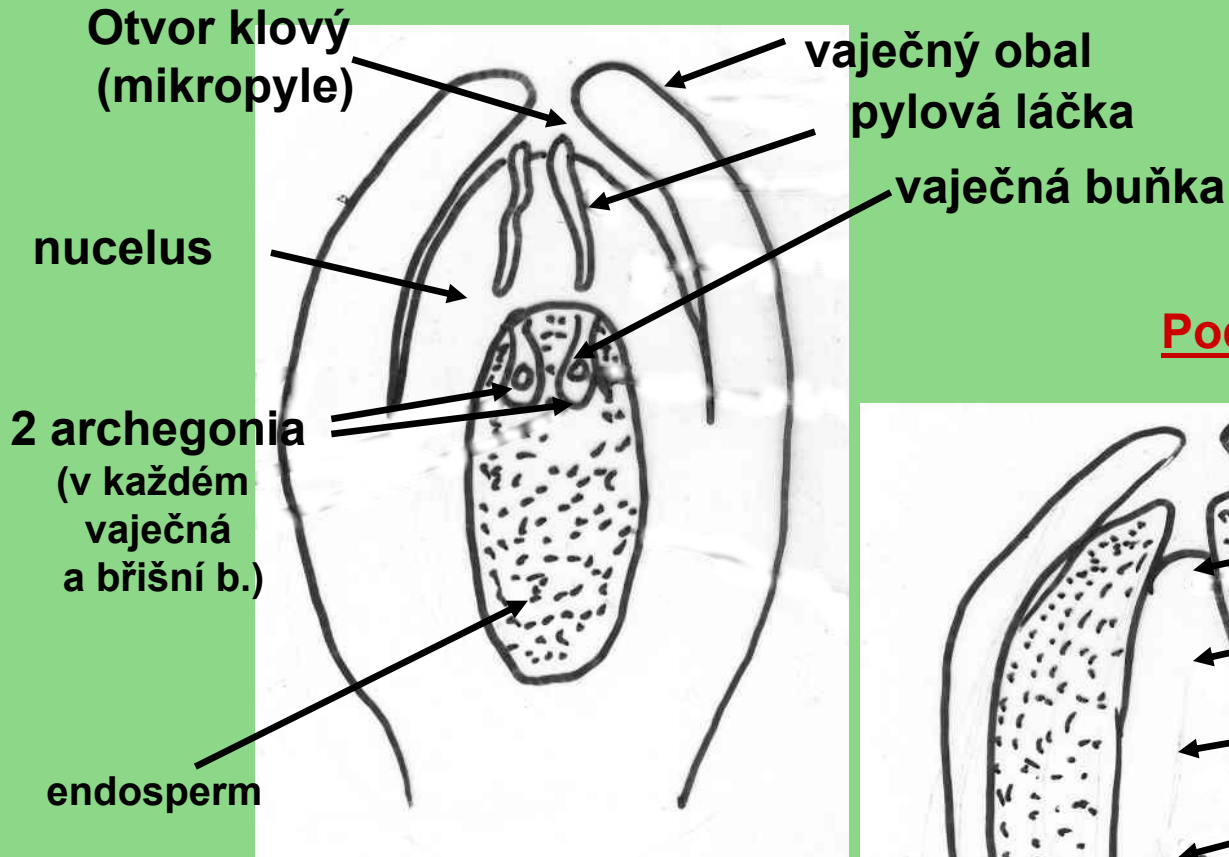
smrk ztepilý



Semenná šištice se dvěma semeny

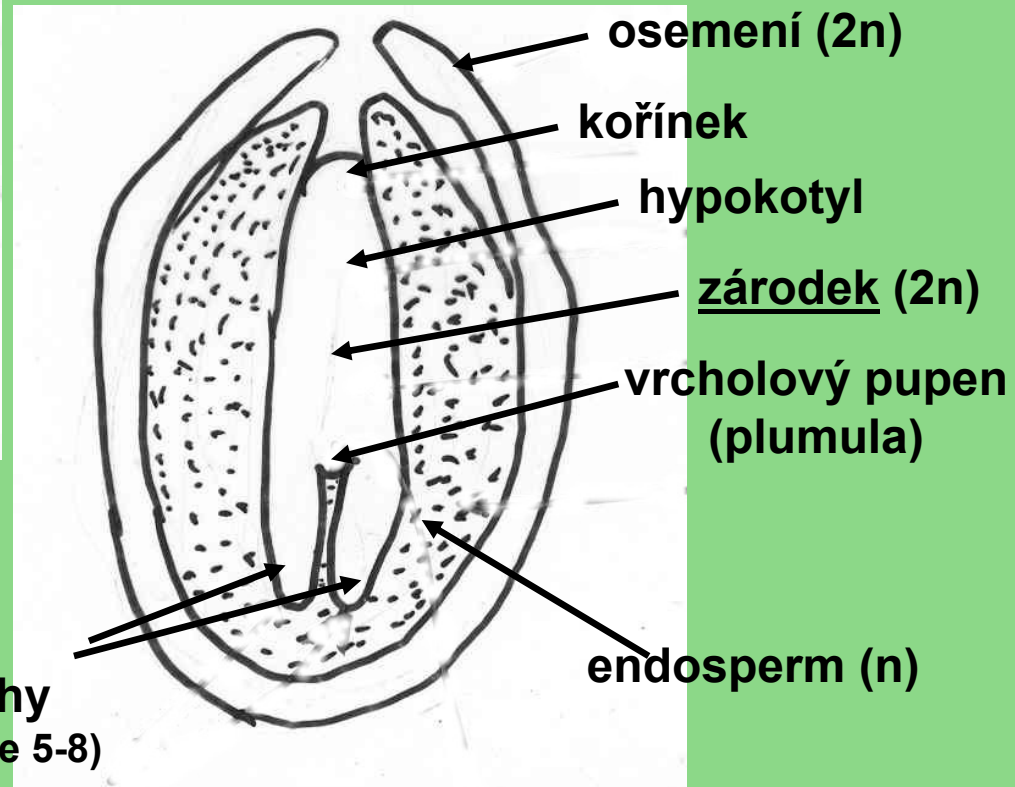
Okřídlené semeno (křídlo je z osemení)

Oplození a vývoj semene u smrku



Podélný řez středem vajíčka při oplození

Podélný řez zralým semenem

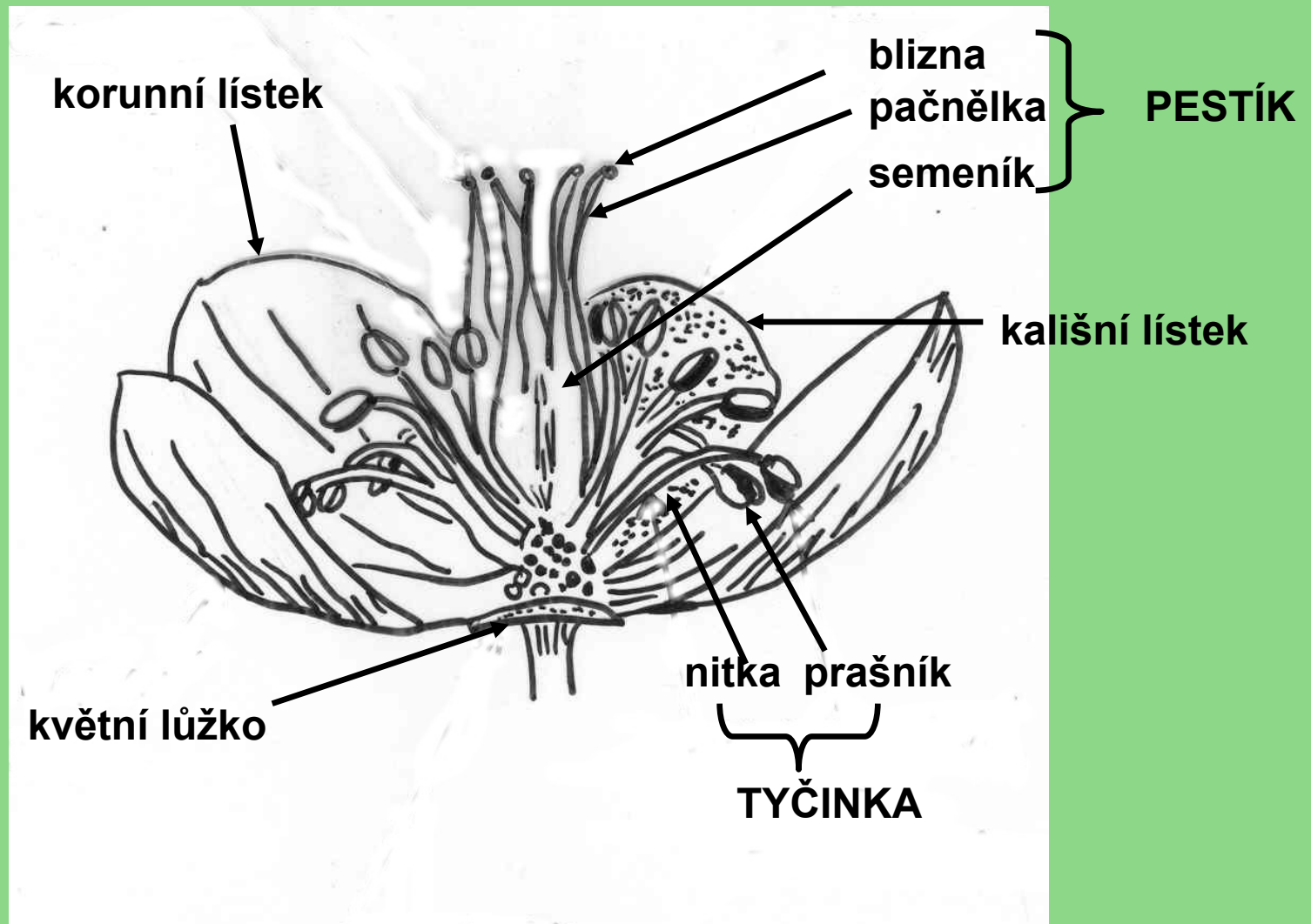


Pohlavní rozmnožování krytosemenných rostlin

Orgánem rozmnožování je květ!

Semeno je kryté plodem!

Části květu



Uspořádání květních orgánů

Podle uspořádání - květy:

1. acyklické - ve šroubovici
2. cyklické - v kruzích

Podle počtu členů v kruhu - květy:

1. polymerické
2. oligomerické – dimerické, trimerické,

Květní obaly

- okvětí (perigon)
- kališní lístky (sepala)
- korunní lístky (petala)

Květní obaly

- Achlamydní květy – bez květních obalů (jasan, vrba)
- Homochlamydní – květní obaly nerozlišené (tulipán)
- Heterochlamydní – květní obaly rozlišené (prvosienka)

Koruna: různý tvar, u čel. bobovité rozlišení na pavézu, 2 křídla a člunek

Kalich:

Vytrvávající – i u plodu (rajče)

Prchavý – opadává před vývinem koruny (mak)

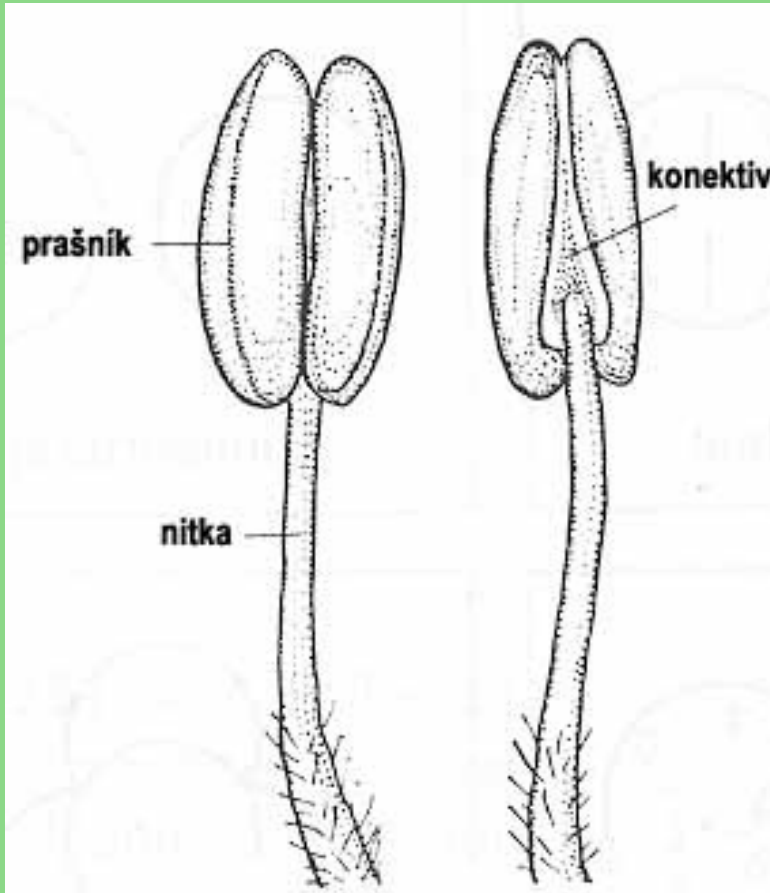
Modifikace kalicha: čel. hvězdicovité – přeměněný v chmýr



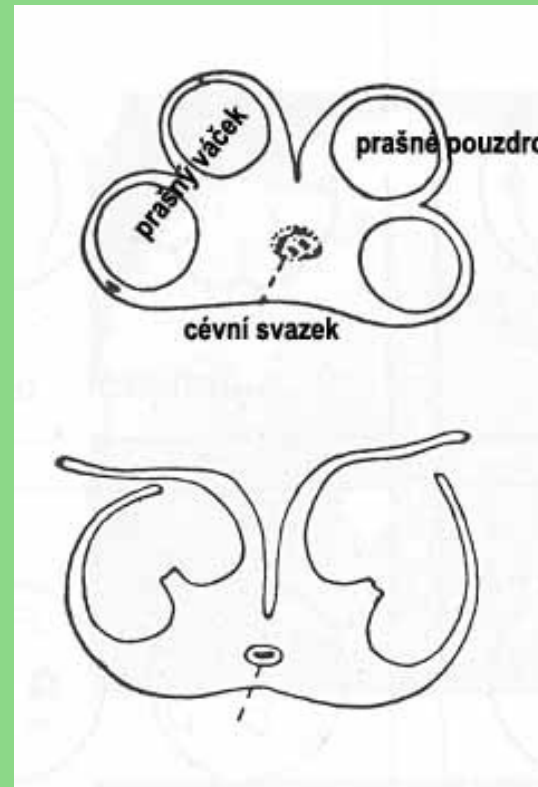
Andreceum = soubor tyčinek

v tyčince vznikají pylová zrna

Tyčinka



tyčinka = nitka + konektiv +
prašník (2 prašné váčky, 4
prašná pouzdra)





řeišnice luční

© Dana Michalcová

**čtyřmocné
tyčinky (4
vnitřního kruhu
jsou delší, 2
vnějšího kruhu
kratší), čel.
brukvovité**

tyčinky



© Aleš Zvára

**nitky porostlé
chlupy, divizna
černá**



košťava

© Dana Michalcová

**dvoumocné tyčinky
(2 tyčinky delší
nitky, 2 kratší nitky),
čel. hluchavkovité**



© Dana Michalcová

hluchavka bílá

Tyčinky – samčí pohlavní orgány

Jednobratré – tyčinky srůstají v jeden svazeček – sléz pižmový

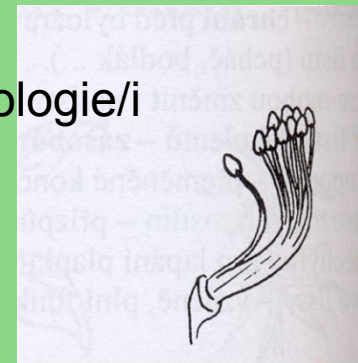


sléz pižmový

sci.muni.cz

**Dvoubraté – srůstá 9 tyčinek (nitkou) + 1 zůstane volná – někteří zástupci
čel. bobovité**

<https://ostrava.educanet.cz/www/biologie/images/stories/dvoubratr.png>



Trojbraté – tyčinky srůstají nitkami ve 3 skupiny (bratrstva) - třezalka

Krytosemenné rostliny

Tvorba pylových zrn

(samčí gametofyt)

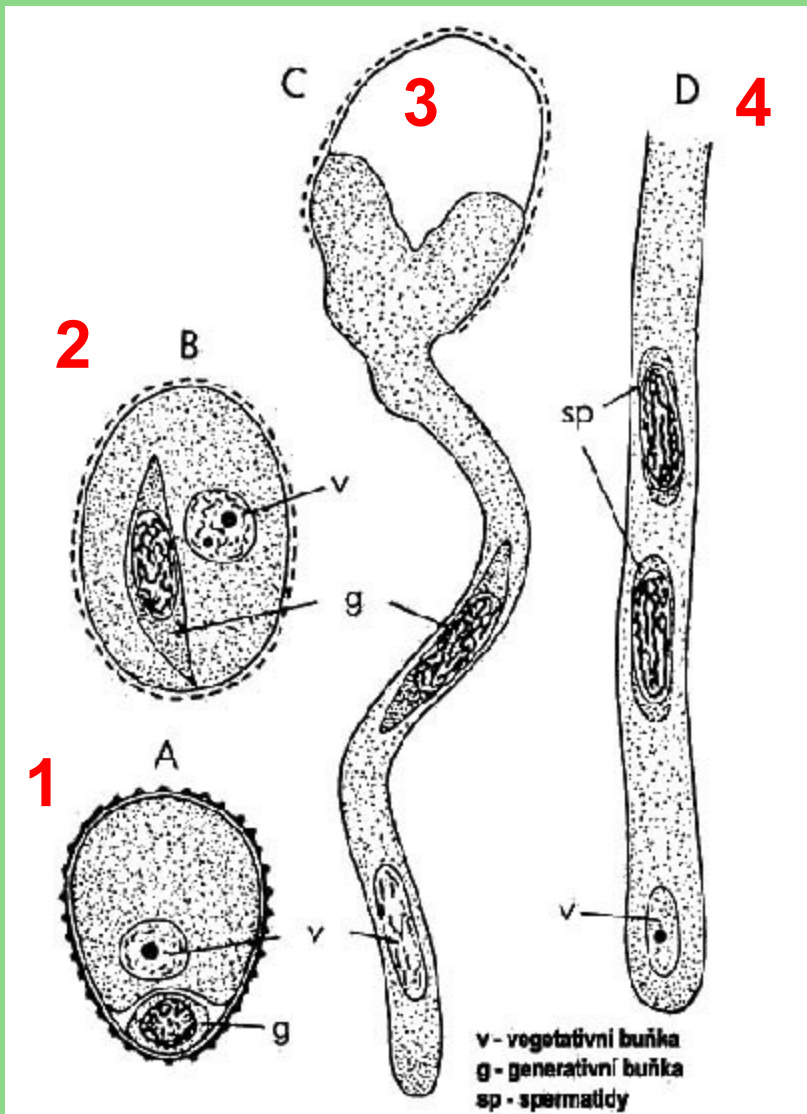
Tyčinka - prašné pouzdro – tapetum (výživa) + sporogenní tkáň (vznik pylových zrn) – sporogenní tkáň – čtveřice (tetrády) pylových zrn)

Pylové zrno: 1) dvoubuněčné – vegetativní buňka + generativní buňka
 2) trojbuněčné – vegetativní buňka + 2 samčí buňky =
 spermatické buňky

Stěna pyl. zrna: 2 vrstvy: intina + exina (v ní klíční póry)

Palynologie: věda, která studuje pylová zrna

Samčí gametofyt



1, 2 - pylové zrno dvoubuněčné

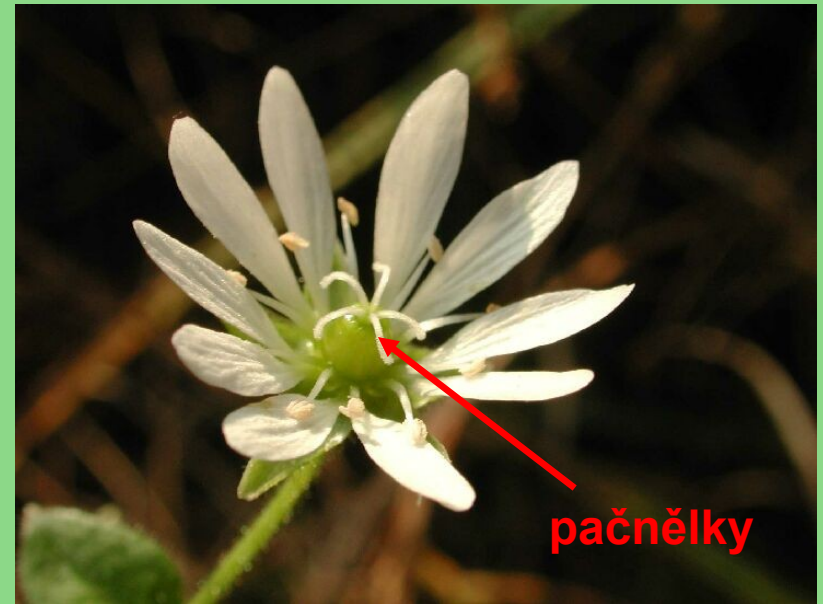
3 - pylové zrno klíčí v pylovou láčku

4 - vrcholová část pylové láčky

(generativní buňka se rozdělila ve 2 spermatické b.)

Pestík - samičí pohlavní orgán

Pestík = semeník + čnělka (pačnělka) + blizna

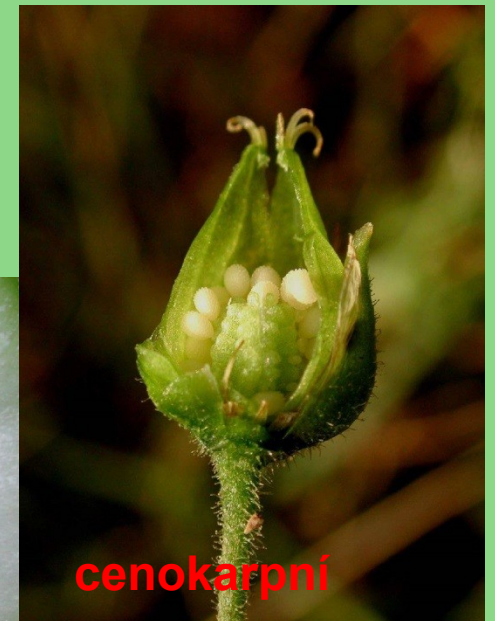


členěný semeník s čnělkou, brutnákovité

Gyneceum = soubor plodolistů v jednom květu

Typy gynecea:

1. apokarpní (z 1 plodolistu)
2. cenokarpní (z více plodolistů)



Tvorba vajíček a zralý zárodečný vak

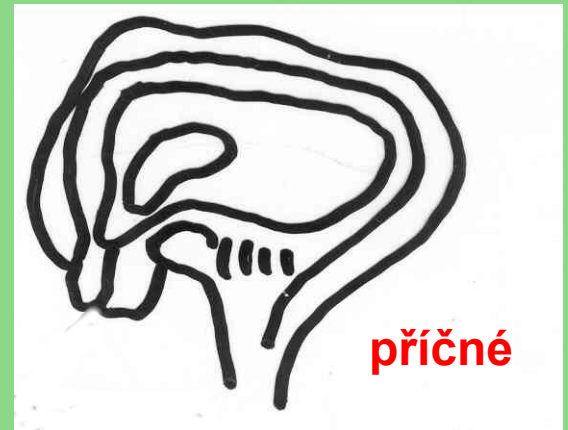
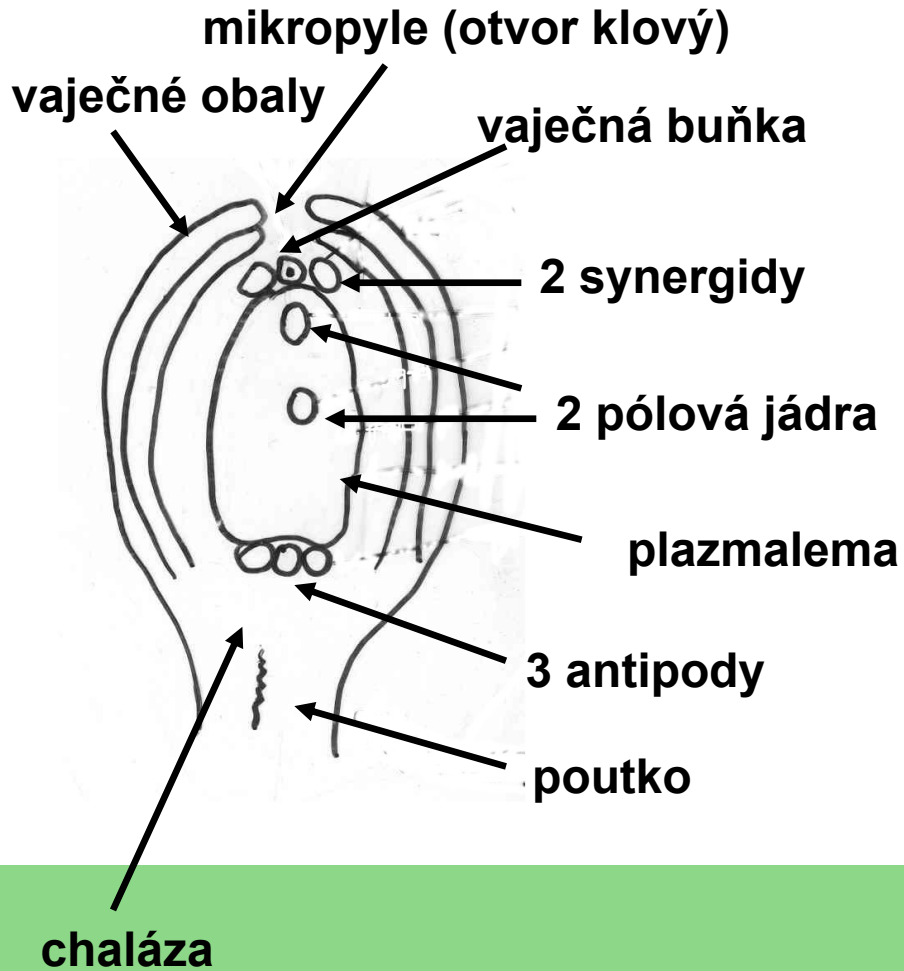
Pestík – semeník – placenta pletivo (místo vzniku vajíček) – vajíčko se zakládá jako hrbolek – jedna buňka je tzv. archesporní – vede ke vzniku tzv. zralého zárodečného vaku

- Zralý zárodečný vak je osmijaderný (všechna jádra jsou zatím haploidní): obsahuje 2 pólová jádra. 1 vaječnou buňku, 2 synergidy, 3 antipody

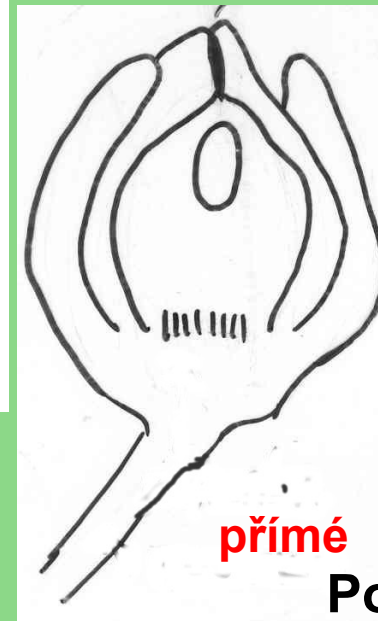
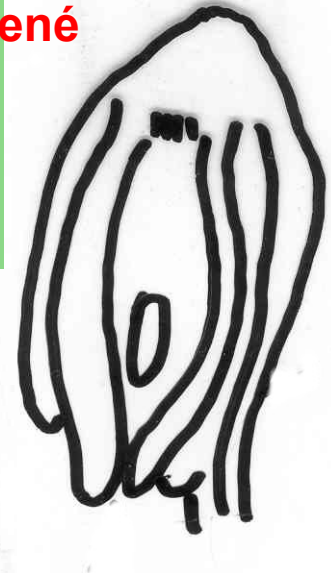
Viz následující snímek

2 pólová jádra později splývají v jedno tzv. centrální jádro zárodečného vaku (diploidní)

Zralé vajíčko a zralý zárodečný vak krytosemenná rostlina



obrácené



Polohy vajíčka

Oplození

krytosemenná rostlina

OPLOZENÍ = opylení (přenos pylu na bliznu) + prorůstání pylové láčky až k vajíčku + vlastní oplození (splývání buněk)

- Pyl (dvoubuněčné pylové zrno) přeneseno na bliznu pestíku (způsoby přenosu viz níže) – láčková buňka roste v tzv. pylovou láčku – prorůstá čnělkou a vajíčkem – generativní buňka se dělí na 2 buňky spermatické (n) – v blízkosti synergidy pylová láčka puká – jedna spermatická buňka splyne s vaječnou buňkou – vzniká zygota a z ní zárodek, druhá spermatická buňka splývá s centrální buňkou zárodečného vaku – vzniká endosperm.
- **Oplození** je tedy tzv. **DVOJITÉ!** (to nahosemenné r. nemají)
- Endosperm krytosemenných r. je triploidní ($3n$), u nahosemenných diploidní (n)

Typy opylení - krytosemenné rostliny

Opylení = přenos pylu na bliznu

Anemogamie – větrosprašnost (vzduchem) – též se používá výraz větrosnubné r.

Zoogamie – zvěrosprašnost (živočichy)

Entomofagie – hmyzosprašnost (hmyzem)

Hydrogamie – vodosprašnost (vodou)

Dále rozlišujeme:

Autogamie – samosprašnost (pylem z téhož jedince)

Alogamie – cizosprašnost (pylem z jiného jedince)

Pozor – neplést s rozšiřováním plodů a semen

Anemochorie – rozšiřování vzdušnými proudy

Zoochorie – živočichy

Hydrochorie – vodou

Antropochorie – člověkem

Autochorie – vlastními silami

Schéma **semene** krytosemenné rostliny - - dvouděložné

Zárodek:

Plumula (pírko) – první pupen nové rostliny)

Radikula (kořínek) – zárodek kořene

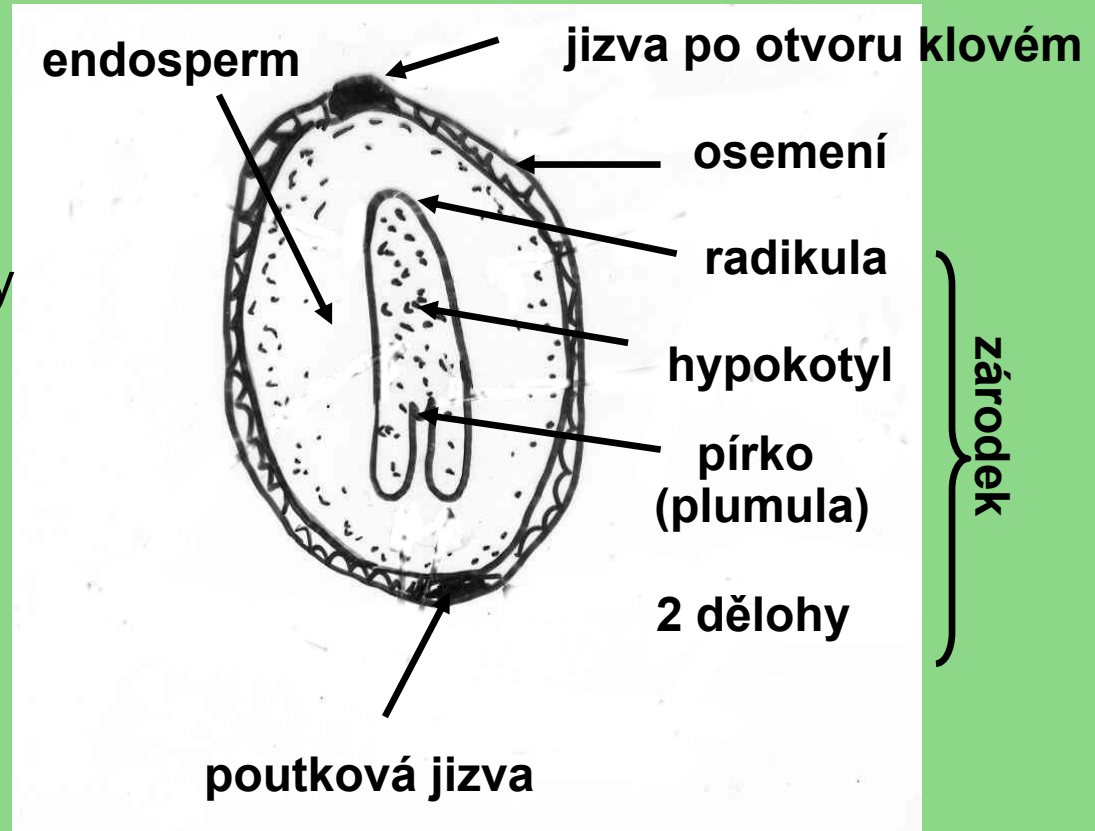
Dělohy – vyklíčí v děložní lístky
– fotosyntéza – výživa

Endosperm:

– výživa zárodku při klíčení

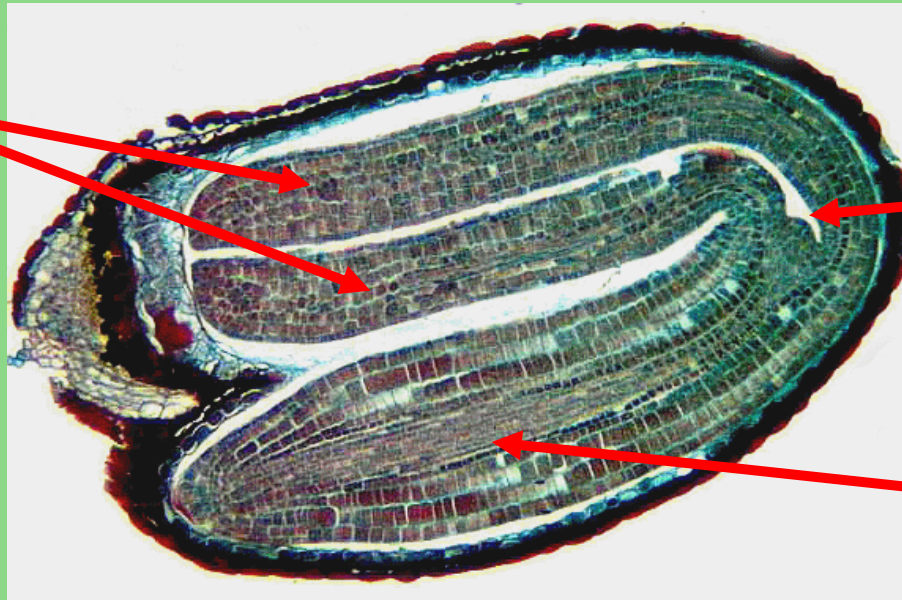
Osemení

- Vzniklo z vaječných obalů



Zárodek = embryo řez semenem kokošky

dělohy



plumula
(pírko)

radikula
(kořínek)

Po oplození:

vajíčko \Rightarrow semeno

vaječné obaly \Rightarrow osemení

vaječná buňka \Rightarrow zygota \Rightarrow zárodek (embryo) $2n$

centr. buňka zárod. vaku \Rightarrow endosperm ($3n$)